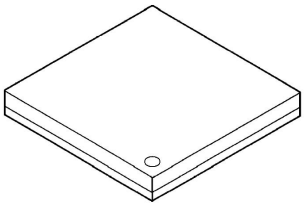
東芝CMOSデジタル集積回路　シリコン　モノリシック

TC94B06WBG

電子ボリューム内蔵ステレオヘッドフォンアンプ

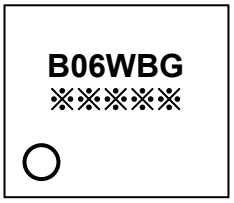
TC94B06WBG は、電子ボリューム機能を内蔵した G 級ステレオヘッドフォンアンプＩＣです。ＩＣ内部にチャージポンプ回路を内蔵しているため、出力カップリングコンデンサが不要で、かつコモンは GND で、小型ポータブル機器や携帯電話に最適です。



S-UFBGA16-0202-0.40A02

質量 : 3.53mg (標準)

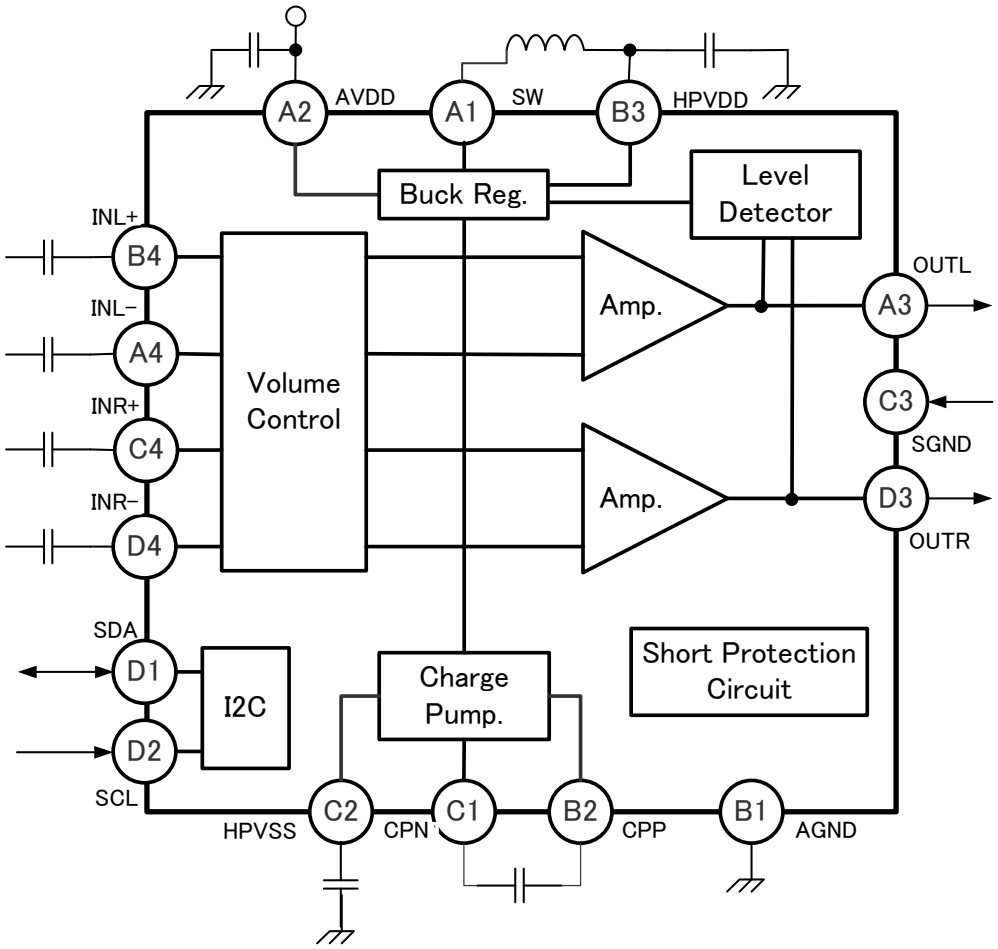
現品表示



特長

- G 級方式のヘッドフォンアンプ回路を採用しており高効率です。
- 差動入力対応
- 出力負荷：RL=16～600Ω
- チューナアプリケーション対応
  ヘッドフォンラインをアンテナとした場合、セパレーションの悪化を防ぐため、SGND 端子をピンアサイン
- I2C 対応
- ボリュームコントロール　-59～+4dB, 32 steps, ミュート機能
- 各チャネルを独立して制御可能、また過電流保護回路を内蔵
- 外囲器　WCSP-16 ピン、0.4mm ピッチ
- 動作電源電圧範囲：Ta = 25°C
  AVDD (opr) = 2.3 ～ 4.8 V

ブロック図



ブロック図内の機能ブロック／回路／定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

ピン配置（現品表示面）

(A1) SW	(A2) AVDD	(A3) OUTL	(A4) INL−
(B1) AGND	(B2) CPP	(B3) HPVDD	(B4) INL+
(C1) CPN	(C2) HPVSS	(C3) SGND	(C4) INR+
(D1) SDA	(D2) SCL	(D3) OUTR	(D4) INR−

端子説明

端子番号／名称		I/O	機能
A1	SW	–	バックコンバータスイッチングノード
A2	AVDD	–	バッテリー電源印加端子
A3	OUTL	O	Lch 出力
A4	INL-	I	Lch 入力－
B1	AGND	－	メイン GND
B2	CPP	－	チャージポンプ回路フライング C＋端子
B3	HPVDD	－	ヘッドフォンアンプ部電源端子
B4	INL+	I	Lch 入力＋
C1	CPN	－	チャージポンプ回路フライング C－端子
C2	HPVSS	－	チャージポンプ回路出力
C3	SGND	－	ヘッドフォンアンプ出力段 GND
C4	INR+	I	Rch 入力＋
D1	SDA	I/O	I2C SDA 端子
D2	SCL	I	I2C SCL 端子
D3	OUTR	O	Rch 出力
D4	INR-	I	Rch 入力－

動作説明

1. I2C バス

1-1. スレーブアドレス
0xC0(Binary 11000000)：ライトモード
0xC1(Binary 11000001)：リードモード

1-2. レジスタマップ

レジスタ	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	リセット値
0x01	HP_EN_L	HP_EN_R	0	0	0	0	Overcurrent	SWS	0000 0001
0x02	Mute_L	Mute_R	Volume					0	1100 0000
0x03	0	0	0	0	0	0	Hi-Z_L	Hi-Z_R	0000 0000

表 1　レジスタマップ

(注)
0x05h 以降のレジスタは、弊社のテストモードで使用しています。従いまして、これらレジスタには、何も書き込まないでください。これらレジスタに書き込んだ場合、重大な問題が発生したり、予想外の動作をする可能性があります。

0x01

ビット	名前	値	説明
D7	HP_EN_L	0	ヘッドフォンアンプ Lch 動作停止
		1	ヘッドフォンアンプ Lch 動作
D6	HP_EN_R	0	ヘッドフォンアンプ Rch 動作停止
		1	ヘッドフォンアンプ Rch 動作
D1	Overcurrent	0	過電流保護回路不動作(リードのみ)
		1	過電流保護回路動作(リードのみ)
D0	SWS	0	チャージポンプ回路動作
		1	IC OFF (ソフトウエアシャットダウン)

表 2　レジスタ説明：0x01

0x02

ビット	名前	値	説明
D7	Mute_L	0	ヘッドフォンアンプ Lch ミュートオフ (ヘッドフォンアンプ Lch 動作)
		1	ヘッドフォンアンプ Lch ミュートオン
D6	Mute_R	0	ヘッドフォンアンプ Rch ミュートオフ (ヘッドフォンアンプ Rch 動作)
		1	ヘッドフォンアンプ Rch ミュートオン
D5:D1	Volume	-	電子ボリューム設定ビット 1-3 のボリューム表を参照願います

表 3　レジスタ説明：0x02

0x03

ビット	名前	値	説明
D1	Hi-Z_L	0	ヘッドフォンアンプ Lch 通常動作モード
		1	ヘッドフォンアンプ Lch 高インピーダンスモード
D0	Hi-Z_R	0	ヘッドフォンアンプ Rch 通常動作モード
		1	ヘッドフォンアンプ Rch 高インピーダンスモード

表 4　レジスタ説明：0x03

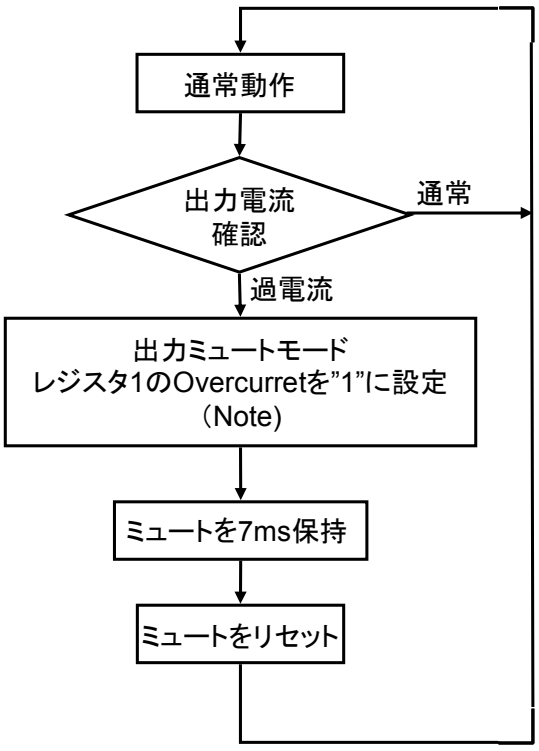
1-3. 電子ボリューム表

利得設定 Mute[7:6], Volume[5:0]	利得 [dB]	利得設定 Mute[7:6], Volume[5:0]	利得 [dB]
10xx xxxx	Mute_Lch	0001 111x	-13
01xx xxxx	Mute_Rch	0010 000x	-11
0000 000x	-59	0010 001x	-10
0000 001x	-55	0010 010x	-9
0000 010x	-51	0010 011x	-8
0000 011x	-47	0010 100x	-7
0000 100x	-43	0010 101x	-6
0000 101x	-39	0010 110x	-5
0000 110x	-35	0010 111x	-4
0000 111x	-31	0011 000x	-3
0001 000x	-27	0011 001x	-2
0001 001x	-25	0011 010x	-1
0001 010x	-23	0011 011x	0
0001 011x	-21	0011 100x	+1
0001 100x	-19	0011 101x	+2
0001 101x	-17	0011 110x	+3
0001 110x	-15	0011 111x	+4

表 5　電子ボリューム表

2. 過電流保護回路

この IC は、過電流を検出する保護回路を内蔵しています。フローチャートは、以下をご参照ください。



Note： レジスタ 1 を Read すると、Overcurrent の bit はリセットされます。

図 1　過電流検出保護回路のフロー

3. I2C のタイミング

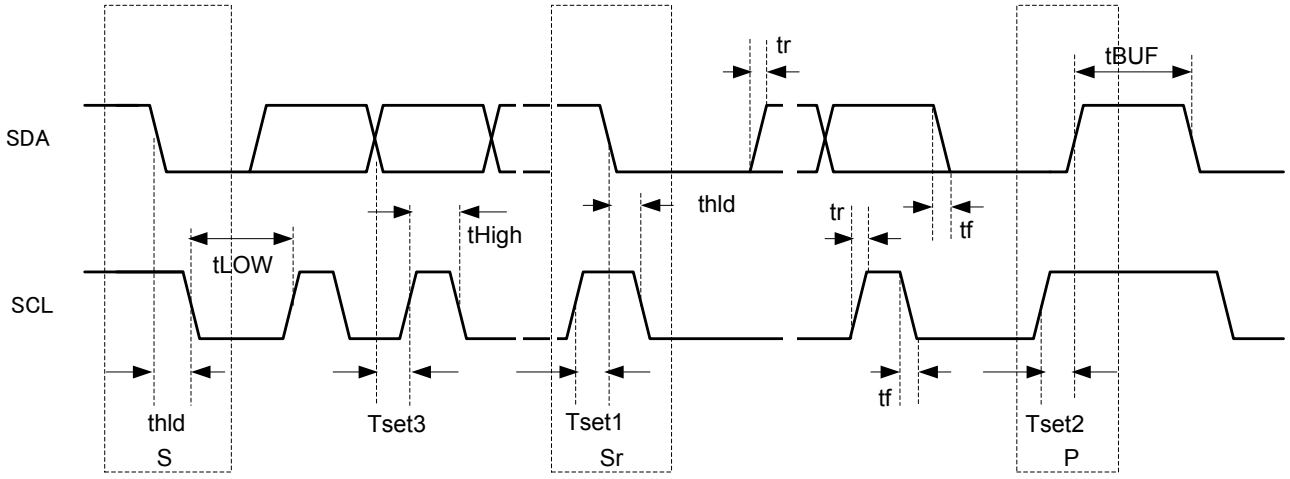


図 2　I2C のタイミング図

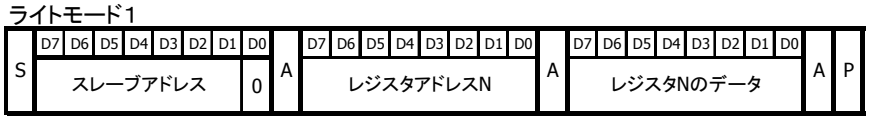
項目	記号	測定条件	最小.	標準	最大	単位
SCL クロック周波数	fSCL	−	−	−	400	kHz
SCL スタートのホールド時間	thld	−	0.6	−	−	μs
SCL スタートのセットアップ時間	Tset1	−	0.6	−	−	μs
SCL ストップのセットアップ時間	Tset2	−	0.6	−	−	μs
データセットアップ時間	Tset3	−	100	−	−	ns
スタートとストップのバスフリー時間	tBUF	−	1.3	−	−	μs
SCL クロックの”L”時間	tLOW	−	1.3	−	−	μs
SCL クロックの”H”時間	tHigh	−	0.6	−	−	μs
SCL/SDA の立ち上がり時間	tr	−	−	−	300	ns
SCL/SDA の立ち下がり時間	tf	−	−	−	300	ns

4. I2C BUS フォーマット

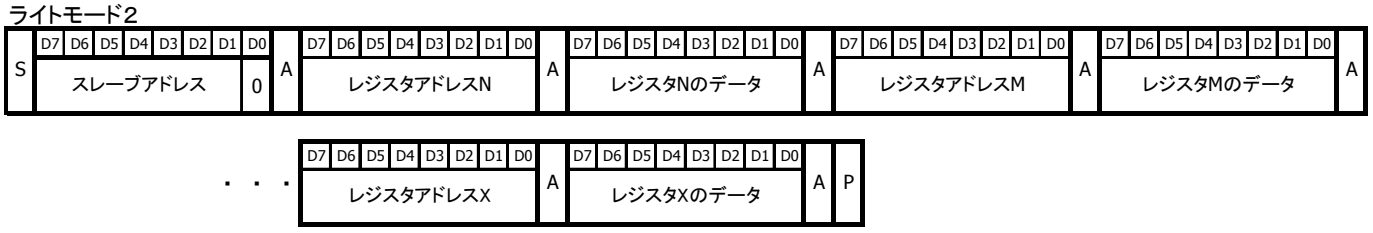
4-1. ライトモード

この IC は、以下 3 種類のフォーマットをサポートしています。

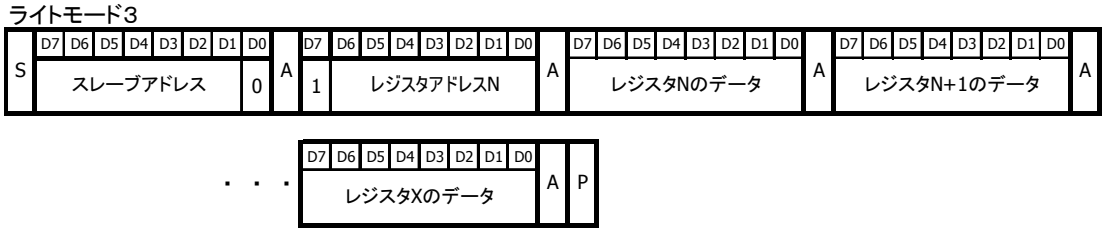
ライトモード1



ライトモード2



ライトモード3



S：スタート条件、　A：アクノリッジ、　P：ストップ条件

図 3　ライトモード対応フォーマット

4-2. リードモード
この IC は、以下のリードモードをサポートしています。

ライトモード

| | | |

絶対最大定格 （Ta = 25°C）

項目	記号	定格	単位
電源電圧	AVDD	-0.3 to 5.5	V
入力電圧（実効値）	Vin	HPVss+0.5V to HPVDD-0.5	V
I2C 印加電圧	VI2C	-0.3 to AVDD	V
アンプ出力段のブレークダウン電圧	Vo	5.5	V
アンプ出力段の 検出ダイオードブレークダウン電流	Io	200	mA
消費電力	P_D (注)	1.4	W
動作温度	T_{opr}	–30 to 85	°C
保存温度	T_{stg}	-55 to 85	°C

（注） ２５℃以上で使用する場合、１℃につき 14mW 減じて考える。

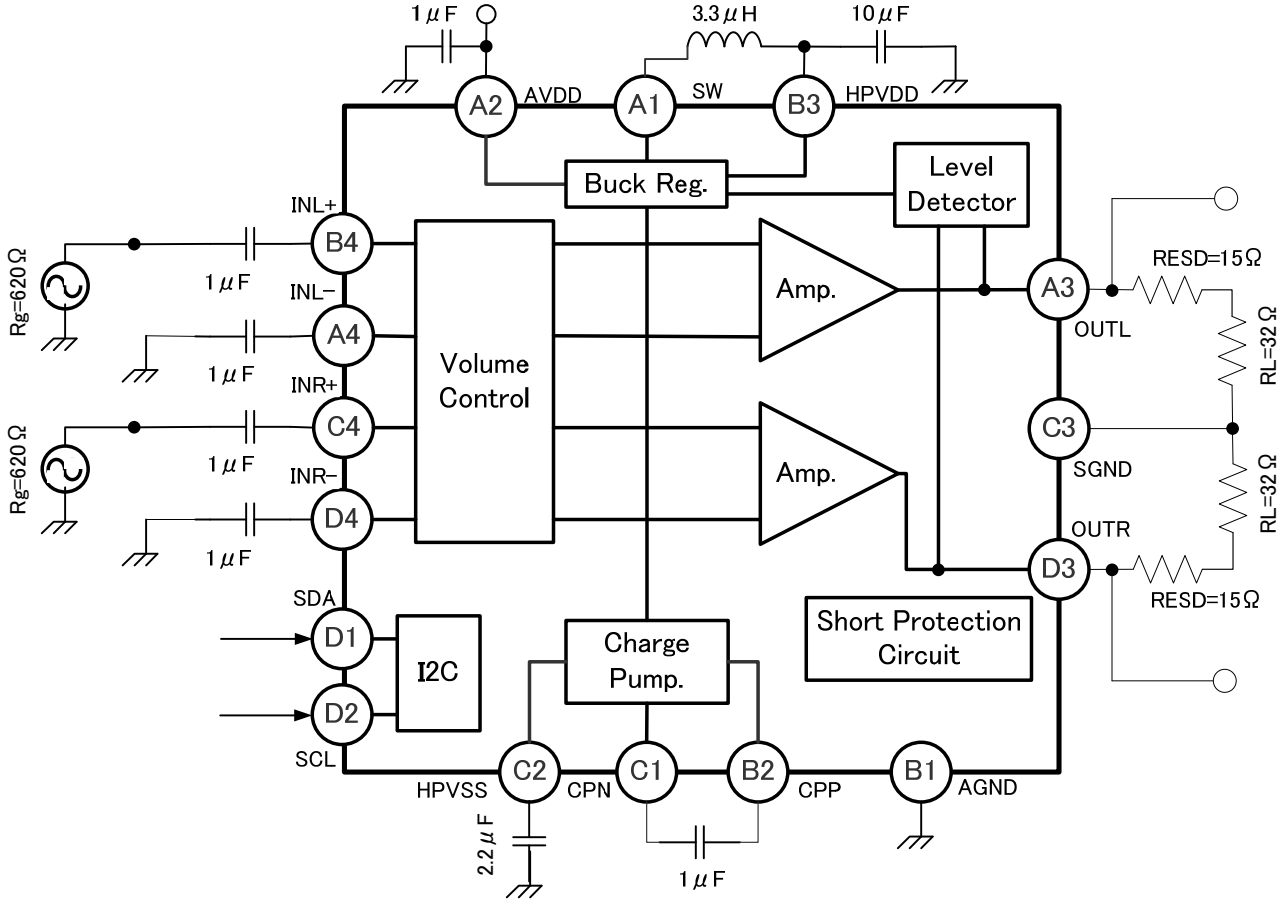
絶対最大定格は、瞬時たりとも超えてはならない規格です。絶対最大定格を超えると IC の破壊や劣化や損傷の原因となり、IC 以外にも破壊や損傷や劣化を与えるおそれがあります。
いかなる動作条件においても、必ずこの絶対最大定格を超えないように設計を行ってください。
ご使用に際しては、記載された動作範囲内でご使用ください。

電気的特性

特に指定なき場合
AVDD = 3.6 V、Gv=+4dB、Rg = 600 Ω、RL = 15 Ω+32 Ω（測定ポイント：32Ωの両端）、f = 1 kHz、Ta = 25°C

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
シャットダウン電流	ISD	SW シャットダウン	—	—	5	μA
無信号時電流	IDDQ	無信号時	—	1.3	1.5	mA
ドライブ電流	IDD	0.1mW*2ch, 3dB @Crest Factor	—	2.9	3.5	mA
		0.5mW*2ch, 3dB @Crest Factor	—	4.8	5.5	mA
		1mW*2ch, 3dB @Crest Factor	—	6.2	7.5	mA
出力電圧（実効値）	Vo1	RESD=0, RL=16Ωonly, THD+N=1%, 両チャネル入力	0.62	0.76	—	V
	Vo2	RESD=0, RL=32Ωonly, THD+N=1%, 両チャネル入力	0.9	0.95	—	V
全高調波歪率	THD+N	Vo=500mVrms	—	0.015	0.02	%
リップル除去	PSRR	Gv=0dB, fr=217Hz(矩形波), Vr=300mVrms	90	102	—	dB
同位入力除去比	CMRR	Gv=0dB, Vin=0.7Vrms	—	50	—	dB
信号対雑音比	S/N	f=1kHz, Vo=1Vrms, A-Weight	100	102	—	dB
チャネルセパレーション	SEP1	RL=16Ω, Vo=0.63Vrms	60	82	—	dB
	SEP2	RL=10kΩ, Vo=0.63Vrms	80	85	—	dB
出力雑音電圧（実効値）	Vno	Gv=0, Rg=0, A-weight	—	7.5	9	μV
出力オフセット電圧	⊿Vo	ミュートオン時	-500	0	500	μV
入力インピーダンス	Zin	差動入力	50	97	—	kΩ
起動時間	Tstart		—	2	3	ms
出力インピーダンス	Zout1	HiZ mode, f<40kHz	10	45	—	kΩ
	Zout2	HiZ mode, f=6MHz	—	640	—	Ω
	Zout3	HiZ mode, f=36MHz	—	135	—	Ω
I2C コントロール電圧（H）	Vih	AVDD=2.9～4.5V	1.2	—	—	V
I2C コントロール電圧（L）	Vil	AVDD=2.9～4.5V	—	—	0.6	V
I2C 入力電流（H）	Iih	SCL/SDA, Vih=AVDD	—	—	1	μA
I2C 入力電流（L）	Iil	SCL/SDA, Vil=0V	—	—	1	μA
バックレギュレータ スイッチング周波数	fBUCK		—	2	—	MHz
チャージポンプ スイッチング周波数 1	fPUMP1	Po=0.1mW	—	250	—	kHz
チャージポンプ スイッチング周波数 2	fPUMP2	Po=10mW	—	500	—	kHz
過電流保護回路動作電流	IPRT	出力段電流	—	150	—	mA
入力電圧範囲	VCM		0		1.2	V

測定回路



インダクタ：東光製 MDT2520-CR3R3M

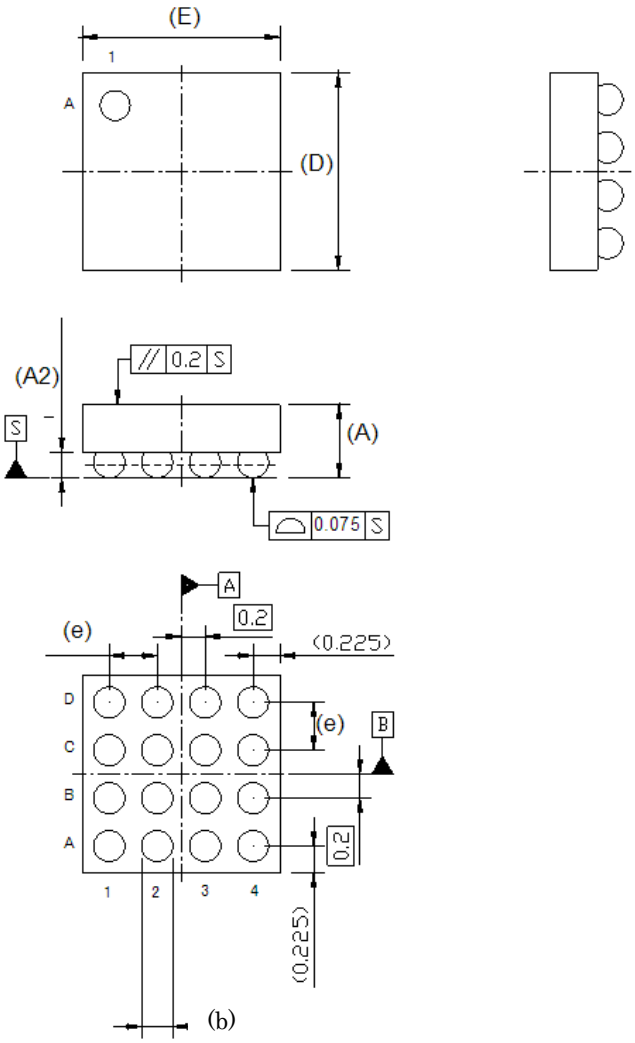
出力に接続されている RESD は、発振マージン確保のために、実使用上でも接続してください。

測定回路内の部品は、特性確認のために使用しているものであり、応用機器の誤動作や故障が発生しないことを保証するものではありません。

外形図

S-UFBGA16-0202-0.40A02

単位：mm



項 目	最小	標準	最大
ボディーサイズ (E, mm)	1.60	1.65	1.70
ボディーサイズ (D, mm)	1.60	1.65	1.70
高さ (A, mm)	0.57	0.61	0.65
ピンピッチ (e, mm)	-	0.40	-
ボール直径 (b, mm)	0.23	0.26	0.29
樹脂高さ (A1, mm)	0.39	0.41	0.44
ボール高さ (A2, mm)	0.17	0.20	0.23
コプラナリティ (mm)	-	-	0.08

- 過電流の発生や IC の故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。IC は絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、IC に大電流が流れ続けることで、発煙･発火に至ることがあります。破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。

- モータの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON 時の突入電流や OFF 時の逆起電力による負極性の電流に起因するデバイスの誤動作あるいは破壊を防止するための保護回路を接続してください。保護回路として用いる電流制限抵抗や逆起電力吸収用ダイオードなどの接続は、IC の個別技術資料または IC データブックを参照してください。IC が破壊した場合、傷害を負ったり発煙･発火に至ることがあります。

- 保護機能が内蔵されている IC には、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、IC が破壊することがあります。IC の破壊により、傷害を負ったり発煙･発火に至ることがあります。

- パワーアンプおよびレギュレータなどの外部部品 (入力および負帰還コンデンサなど) や負荷部品 (スピーカなど) の選定は十分に考慮してください。入力および負帰還コンデンサなどのリーク電流が大きい場合には、IC の出力 DC 電圧が大きくなります。この出力電圧を入力耐電圧が低いスピーカに接続すると、過電流の発生や IC の故障によりスピーカの発煙･発火に至ることがあります。(IC 自体も発煙･発火する場合があります。) 特に出力 DC 電圧を直接スピーカに入力する BTL (Bridge Tied Load) 接続方式の IC を用いる際は留意が必要です。

- 過電流保護回路
  過電流制限回路 (通常: カレントリミッタ回路) はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により、過電流制限回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などにより破壊することがあります。

製品取り扱い上のお願い

- 本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステム（以下、本製品という）に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、一般的電子機器（コンピュータ、パーソナル機器、事務機器、計測機器、産業用ロボット、家電機器など）または本資料に個別に記載されている用途に使用されることが意図されています。本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、電力機器、金融関連機器などが含まれます。本資料に個別に記載されている場合を除き、本製品を特定用途に使用しないでください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず弊社営業窓口までお問合せください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有･使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。